



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11194265 A**(43) Date of publication of application: **21 . 07 . 99**

(51) Int. Cl. **G02B 13/04**
G02B 13/16
G03B 33/12
H04N 5/74

(21) Application number: **10001836**(22) Date of filing: **07 . 01 . 98**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **KIMURA SHUNSUKE**
TAKAHASHI MASAYUKI

(54) **PROJECTIVE LENS, VIDEO ENLARGING
 PROJECTIVE SYSTEM USING THE SAME, VIDEO
 PROJECTOR, REAR PROJECTOR AND
 MULTIVISION SYSTEM**

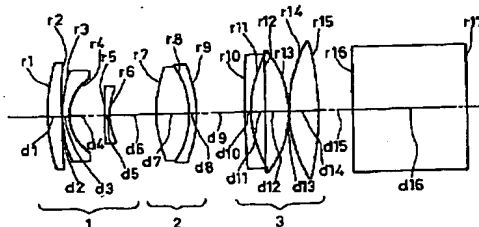
 $0.85 < bf/f3g < 0.95$ and $0.2 < d9/f3g < 0.4$ is satisfied.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prolong a back focus at a wide angle and to sufficiently correct a distortion aberration and the chromatic aberration of magnification by specifying a relation among the focal distances of a whole projective lens system and first-third lens groups and the air intervals of the respective lens groups.

SOLUTION: A first lens group 1 has strong negative power and secures a back focus. A second lens group 2 has positive power and makes bounced light beams on an axis into almost parallel light beams. A third lens group has positive power. When the focal distance of the whole projective lens system is set to f_0 , the focal distance of the first to third lens groups 1-3 $f1g$ - $f3g$, the air interval of the first and second lens groups 1 and 2 to d_6 , the air interval of the second and third lens groups 2 and 3 to d_9 , the air interval when a part between the trailing end of a final lens to an image face is set to be air to bf , the relation of expressions $-0.8 < f1g/f2g < -0.7$, $-0.5 < (f1g-d_6+f2g)/f0 < -0.1$,



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-194265

(43)公開日 平成11年(1999) 7 月21日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 13/04

G 0 2 B 13/04

C

13/16

13/16

G 0 3 B 33/12

G 0 3 B 33/12

H 0 4 N 5/74

H 0 4 N 5/74

A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平10-1836

(22)出願日

平成10年(1998) 1 月 7 日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 木村 俊介

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 高橋 昌之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

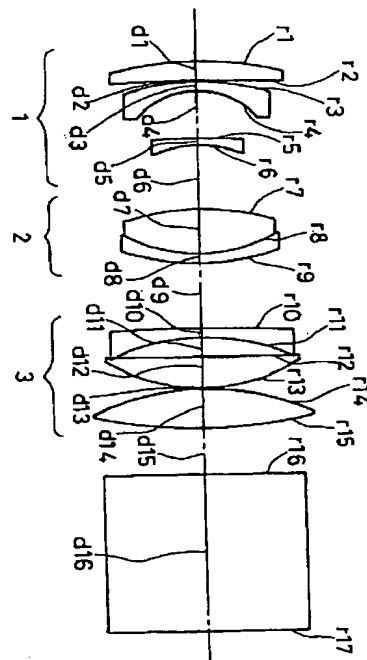
(74)代理人 弁理士 池内 寛幸 (外 1 名)

(54)【発明の名称】 投写レンズ及びこれを用いた映像拡大投写システム、ビデオプロジェクタ、リアプロジェクタとマルチビジョンシステム

(57)【要約】

【課題】 逆望遠型のレンズ構成とすることにより、広角でバックフォーカスが長く、コンパクトで周辺まで明るく、歪曲収差、倍率の色収差が十分に補正され、画面全体にわたって、高画質な画像を実現できる投写レンズを提供する。

【解決手段】 スクリーン側より順に負のパワーの第1レンズ群レンズと、正のパワーの第2レンズ群レンズと、正のパワーの第3レンズ群レンズとを備えた3群構成であり、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群はそれぞれ2枚以上のレンズで構成されている。逆望遠型のレンズ構成とすることにより広角でかつ長いバックフォーカスを得られる。さらに逆望遠型の後群を2つに分けることによってベッツバル和の補正と、テレセントリック性が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スクリーン側より順に負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群とを備え、前記各レンズ群はそれぞれ2枚以上のレンズで構成され、投写レンズ全系の焦点距離を f_0 、第1レンズ群の焦点距離を f_{1q} 、第2レンズ群の焦点距離を f_{2q} 、第3レンズ群の焦点距離を f_{3q} 、第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔を d_6 、第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔を d_9 、最終レンズ後端から像面までをすべて空気としたときの空気間隔を b_f とすると、

$$-0.8 < f_{1q}/f_{2q} < -0.7$$

$$-0.5 < (f_{1q} - d_6 + f_{2q})/f_0 < -0.1$$

$$0.85 < b_f/f_{3q} < 0.95$$

$$0.2 < d_9/f_{3q} < 0.4$$

の関係を満足することを特徴とする投写レンズ。

【請求項2】 第1レンズの焦点距離を f_1 、第6レンズの焦点距離を f_6 、第1レンズのD線に対するアッペ数を ν_{d1} 、第6レンズのD線に対するアッペ数を ν_{d6} とすると、

$$0.029 < (f_0/f_1)/\nu_{d1} - (f_0/f_6)/\nu_{d6} < 0.035$$

の関係を満足する請求項1に記載の投写レンズ。

【請求項3】 第1レンズ群が3枚のレンズ、第2レンズ群が2枚のレンズ、第3レンズ群が3枚のレンズである請求項1または2に記載の投写レンズ。

【請求項4】 第1レンズ群が3枚のレンズ、第2レンズ群が2枚のレンズ、第3レンズ群が4枚のレンズである請求項1または2に記載の投写レンズ。

【請求項5】 半画角28度以上で、Fナンバーが2.5以下である請求項1から4のいずれかに記載の投写レンズ。

【請求項6】 請求項1から5のいずれかに記載の投写レンズを用いた映像拡大投写システムであって、光源と前記光源から放射される光により照明されるとともに光学像を形成する空間光変調素子とを備え、前記投写レンズにより前記空間光変調素子上の光学像を投写する映像拡大投写システム。

【請求項7】 請求項1から5のいずれかに記載の投写レンズを用いたビデオプロジェクタであって、光源と、前記光源から放射される光により照明されるとともに青、緑、赤の3色に対応する光学像を形成する空間光変調素子と、前記光源と前記空間光変調素子との間に位置し前記光源からの光を青、緑、赤の3色に分解する色分解光学系と、前記投写レンズと前記空間光変調素子の間に位置し青、緑、赤の3色に対応した前記空間光変調素子の光学像を合成する色合成光学系とを備え、前記投写レンズにより前記空間光変調素子上の光学像を投写するビデオプロジェクタ。

【請求項8】 請求項7に記載のビデオプロジェクタを

用いたリアプロジェクタであって、投写レンズから投写された光を折り曲げるミラーとさらに投写された光を映像に映し出す透過型スクリーンとを備えたリアプロジェクタ。

【請求項9】 請求項7に記載のビデオプロジェクタを用いたマルチビジョンシステムであって、投写された光を映像に映し出す透過型スクリーンと、複数の前記ビデオプロジェクタと、映像を分割する映像分割回路とを備えたマルチビジョンシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は投写レンズ、特に空間光変調素子の映像をスクリーン上に拡大投写するリアプロジェクタ用投写レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】大画面映像を得る方法として、空間光変調素子に映像信号に応じた光学像を形成し、その光学像に光を照射し投写レンズによりスクリーン上に拡大投写する方法が従来よりよく知られている。最近では空間光変調素子として液晶パネルを用いるプロジェクタが注目されている。

【0003】カラー画像を得る方法としてR、G、B各色の映像信号に応じた3枚の液晶パネルを使用し、ダイクロイックプリズムを使用して3枚の液晶パネルの映像を合成する方法があり、最近のコンパクトなセットでは、この方法が一般的である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記のような投写レンズ及びプロジェクタには、以下のような問題があった。

(1) ダイクロイックプリズムを使用したプロジェクタでは、レンズと液晶パネルの間に大きな空間を必要とするので、バックフォーカスの長い投写レンズが必要であった。

(2) また、ダイクロイックプリズムに対する入射角の依存性が大きく、設計された入射角以外の角度で入射した光線は、透過率の波長特性が変化し、画面上で色むらとなるので投写レンズにはテレセントリック性が必要であった。

(3) 画面周辺での性能が厳しく要求されるデータ表示やグラフィック表示用のプロジェクタにおいては、図形歪みや色のにじみが無いことが重要で、投写レンズの歪曲収差と倍率の色収差がよく補正されている必要がある。さらに周辺での明るさも、周辺光量比で70%以上が要求されている。これらの要求に応えることは、リアプロジェクタのセットサイズのコンパクト化に必要な投写レンズの広画角化の実現にとっては大きな障害となっていた。

(4) 特開平2-228620号公報には、バックフォーカスとテレセントリック性と歪曲収差を補正した投写

レンズが提案されている。しかし、充分な歪曲収差を得るには非球面を使用しなければならない。非球面の形成には、プラスチック成形や、ガラス成形が考えられるが、有効径が大きいところに使用しているため、ガラス成形は困難である。プラスチック成形の場合は温度による焦点距離の変動があり、不安定であった。また実用にするにはバックフォーカスが不足していた。

【0005】本発明は、前記問題を解決するものであり、逆望遠型のレンズ構成にすることにより、広角でバックフォーカスが長く、コンパクトで周辺まで明るく、歪曲収差、倍率の色収差が十分に補正され、画面全体にわたって高画質な画像を実現できる投写レンズ及びこれを用いた映像拡大投写システム、ビデオプロジェクタ、リアプロジェクタとマルチビジョンシステムを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明の投写レンズは、スクリーン側より順に負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群とを備え、前記各レンズ群はそれぞれ2枚以上のレンズで構成され、投写レンズ全系の焦点距離を f_0 、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、第3レンズ群の焦点距離を f_3 、第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔を d_6 、第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔を d_9 、最終レンズ後端から像面までをすべて空気としたときの空気間隔を b_f とすると、

$$-0.8 < f_1q/f_2q < -0.7$$

$$-0.5 < (f_1q - d_6 + f_2q) / f_0 < -0.1$$

$$0.85 < b_f / f_3q < 0.95$$

$$0.2 < d_9 / f_3q < 0.4$$

の関係を満足することを特徴とする。

【0007】前記のような投写レンズによれば、逆望遠型のレンズ構成とすることによって広角でありながら長いバックフォーカスが得られる。さらに逆望遠型の後群を2つに分けることによってベッツバール和の補正と、テレセントリック性が得られうる。2つの後群の間は軸上光線がほぼ平行なので、2つの群の空気間隔を変化しても全系の焦点距離は変化しないが、2つの群の後側の群の主光線の高さが変化するので、この空気間隔を調整することによってテレセントリック性を調整できる。

【0008】前記投写レンズにおいては、第1レンズの焦点距離を f_1 、第6レンズの焦点距離を f_6 、第1レンズのD線に対するアッペ数を ν_{d1} 、第6レンズのD線に対するアッペ数を ν_{d6} とすると、

$$0.029 < (f_0/f_1) / \nu_{d1} - (f_0/f_6) / \nu_{d6} < 0.035$$

の関係を満足することが好ましい。前記のような投写レンズによれば、倍率の色補正不足や、倍率の色補正過剰を防止できる。

【0009】また、第1レンズ群が3枚のレンズ、第2レンズ群が2枚のレンズ、第3レンズ群が3枚のレンズであることが好ましい。前記のような投写レンズによれば、倍率の色補正を、さらに補正することができる。

【0010】また、第1レンズ群が3枚のレンズ、第2レンズ群が2枚のレンズ、第3レンズ群が4枚のレンズであることが好ましい。前記のような投写レンズによれば倍率の色補正を、さらに補正することができる。

【0011】また、半画角28度以上で、Fナンバーが2.5以下であることが好ましい。Fナンバーが2.5以下であれば、空間光変調素子に液晶パネルを使った場合は、コントラストの低下のない範囲で最大限明るいシステムとすることができ、半画角28度以上であれば、さらにコンパクトなシステムとすることができる。

【0012】また、本発明の映像拡大投写システムは、前記各投写レンズを用いた映像拡大投写システムであって、光源と前記光源から放射される光により照明されるとともに光学像を形成する空間光変調素子とを備え、前記投写レンズにより前記空間光変調素子上の光学像を投写することを特徴とする。前記のような映像拡大投写システムによれば投写距離が短かく、歪みが少なく、かつ色のにじみの少ない拡大映像が得られる。

【0013】また、本発明のビデオプロジェクタは、前記各投写レンズを用いたビデオプロジェクタであって、光源と、前記光源から放射される光により照明されるとともに青、緑、赤の3色に対応する光学像を形成する空間光変調素子と、前記光源と前記空間光変調素子との間に位置し前記光源からの光を青、緑、赤の3色に分解する色分解光学系と、前記投写レンズと前記空間光変調素子の間に位置し青、緑、赤の3色に対応した前記空間光変調素子の光学像を合成する色合成光学系とを備え、前記投写レンズにより前記空間光変調素子上の光学像を投写することを特徴とする。

【0014】前記のようなビデオプロジェクタによれば、倍率の色がよく補正されているので青、緑、赤の3色の映像を精度良く合成することができ明るくて高精細な映像を得ることができる。

【0015】また、本発明のリアプロジェクタは、前記ビデオプロジェクタを用いたリアプロジェクタであって、投写レンズから投写された光を折り曲げるミラーとさらに投写された光を映像に映し出す透過型スクリーンとを備えたことを特徴とする。前記のようなリアプロジェクタによれば、投写距離が短い投写レンズのためコンパクトなセットが実現できる。

【0016】また、本発明のマルチビジョンシステムは、前記ビデオプロジェクタを用いたマルチビジョンシステムであって、投写された光を映像に映し出す透過型スクリーンと、複数の前記ビデオプロジェクタと、映像を分割する映像分割回路とを備えたことを特徴とする。

前記のようなマルチビジョンシステムによれば、投写距

離が短い投写レンズのため奥行き短いセットが実現できる。

【0017】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）本発明の実施形態1に係る投写レンズについて、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施形態1に係る投写レンズの構成図である。第1レンズ群1は、逆望遠型の前群に相当し、強い負のパワーを持ち、軸上光線を大きく跳ね上げて、バックフォーカスを確保する。さらに入射瞳を前進させて大きな開口効率を実現させる。第1レンズ群1はスクリーン側から正レンズ、負レンズで構成され色収差を補正すると共に歪曲収差を補正する。

【0018】第2レンズ群2は逆望遠型の後群の前側に相当し、正のパワーを持ち、第1レンズ群で跳ね上げられた軸上光線をほぼ平行光線にする。第3レンズ群3は逆望遠型の後群の後側に相当し、正のパワーを持っている。第2レンズ群3と第3レンズ群3とは、ほぼ同じパワーを持っており、ベッツパール和をプラスにすることで、第1レンズ群1の強い負パワーで生じるマイナスのベッツパール和を補正する。

【0019】第2レンズ群2と第3レンズ群3との間の軸上光線は平行光線に近く、この間の空気間隔を変化させても全系の焦点距離は変化しない。しかし、主光線はこの空気間隔が長いほど高さが高くなる。このため、空気間隔を調整することによってテレセントリック性を調整できる。

【0020】本実施形態1の投写レンズは、投写レンズ全系の焦点距離を f_0 、第1レンズ群1の焦点距離を f_{1q} 、第2レンズ群2の焦点距離を f_{2q} 、第3レンズ群3の焦点距離を f_{3q} 、第1レンズ群1と第2レンズ群2との空気間隔を d_6 、第2レンズ群2と第3レンズ群3との空気間隔を d_9 、最終レンズ後端から像面までをすべて空気としたときの空気間隔を b_f とすると、以下の式(1)～(4)の関係を満足している。

【0021】

$$\text{式(1)} \quad -0.8 < f_{1q}/f_{2q} < -0.7$$

$$\text{式(2)} \quad -0.5 < (f_{1q} - d_6 + f_{2q})/f_0 < -0.1$$

$$\text{式(3)} \quad 0.85 < b_f/f_{3q} < 0.95$$

$$\text{式(4)} \quad 0.2 < d_9/f_{3q} < 0.4$$

式(1)は、第1レンズ群と第2レンズ群とのパワーの比に関する式で、下限を越えると第2レンズ群での軸上光線高が低くなり、かつバックフォーカスが短くなる。上限を越えると全長が長くなり、ベッツパール和が補正できなくなる。

【0022】式(2)は、第1レンズ群と第2レンズ群とのパワーに対する第1レンズ群と第2レンズ群の間隔に関する式で、下限を越えると第2レンズ群通過後の軸上光線が収束光となり、バックフォーカスが取れない。上限を越えると軸上光線が発散光となり像高の高いとこ

ろでのアップー光線が補正できない。

【0023】式(3)は、バックフォーカスと第3レンズ群との比に関する式で、下限を越えると全長が長くなり、上限を越えると歪曲が補正できない。式(4)は、第3レンズ群のパワーに対する第2レンズ群と第3レンズ群の間隔に関する式で、下限を越えると、出射瞳が短くなりテレセントリック性を満足できない。上限を越えると、第3レンズ群のレンズ径が大きくなり、コンパクトにできない。

10 【0024】本実施形態1は、前記式(1)～(4)の関係を満足しているので、バックフォーカスを満足し、コンパクトで、テレセントリック性を満足し、ベッツパール和と歪曲を補正できる。

【0025】さらに、第1レンズの焦点距離を f_1 、第6レンズの焦点距離を f_6 、第1レンズのD線に対するアッペ数を ν_{d1} 、第6レンズのD線に対するアッペ数を ν_{d6} とすると、以下の式(5)の関係を満足することが好ましい。

$$\text{式(5)} \quad 0.029 < (f_0/f_1)/\nu_{d1} - (f_0/f_6)/\nu_{d6} < 0.035$$

20 式(5)は、第1レンズと第6レンズのパワーとそれぞれのレンズのアッペ数に関する式で、倍率の色収差の補正に関する。式(5)の第1項は第1レンズの倍率の色補正の能力を表し、第2項は第6レンズの倍率の色補正の能力を表す。式(5)の下限を越えると、倍率の色補正不足となり、上限を越えると、倍率の色補正過剰となり、かつ歪曲がプラスになり、他の収差も補正が困難となる。

30 【0026】以上のように実施形態1に係る投写レンズによれば、逆望遠型のレンズ構成とすることによって広角でありながら長いバックフォーカスを得ている。さらに逆望遠型の後群を2つに分けることによってベッツパール和の補正と、テレセントリック性を得ている。2つの後群の間は軸上光線がほぼ平行なので、2つの群の空気間隔を変化しても全系の焦点距離は変化しないが、2つの群の後側の群の主光線の高さが変化するので、この空気間隔を調整することによってテレセントリック性を調整できる。

40 【0027】（実施の形態2）図9は、実施形態2に係る映像拡大投写システムの構成図である。投写レンズ4は、前記実施形態1で示したものである。5は光学像を形成する空間光変調素子、6は光源である。7は当映像拡大投写システムで投写された映像のフォーカス面である。実施形態2によれば光源6により照明される空間光変調素子5に形成された光学像を投写レンズ4によってフォーカス面7に拡大投写される。投写レンズ4に実施形態1で示した投写レンズを用いることによって、投写距離が短くて、色のにじみや歪みが少ない映像を得られる。

50 【0028】（実施の形態3）図10は、実施形態3に

係るビデオプロジェクタの構成図である。投写レンズ8は、実施形態1で示したものである。9a、9b、9cは光学像を形成する空間光変調素子で、9a、9b、9cには各々青、緑、赤の3種の光学像が形成される。10は青、緑、赤の3色を合成する色合成光学系で、11は青、緑、赤の3色に分解する色分解光学系で、12は光源である。光源12からの光は、色分解光学系11によって青、緑、赤の3色に分解され、それぞれ空間光変調素子9a、9b、9cを照明する。空間光変調素子9a、9b、9cには青、緑、赤の3種の光学像が形成され、これら光学像は色合成光学系10によって合成され、投写レンズ8によって拡大投写される。投写レンズ8に実施形態1で示した投写レンズを用いることによって、投写距離が短くて、色のにじみや歪みが少なく明るく高精細な映像を得ることができる。

【0029】（実施の形態4）図11は本発明の実施形態4に係るリアプロジェクタの構成図である。図11において、13は実施形態3で示したビデオプロジェクタ、14は光を折り曲げるミラー、15は透過型スクリーン、16は筐体である。ビデオプロジェクタ13から投写された映像はミラー14によって反射され、透過型スクリーン15に結像する。このような実施形態4によれば、ビデオプロジェクタ13に実施形態3で示したビデオプロジェクタを用いることによって、設置面積が少なくコンパクトで、明るく、色のにじみや歪みが少ない高精細な映像を得ることができる。

【0030】（実施の形態5）図12は実施形態5に係るマルチビジョンシステムの構成図である。17は実施形態3で示したビデオプロジェクタ、18は透過型スクリーン、19は筐体、20は映像を分割する映像分割回*30

*路である。映像信号は映像分割回路20によって加工分割されて複数台のビデオプロジェクタ17に送られる。ビデオプロジェクタ17から投写される映像は透過型スクリーン15に結像される。このような実施形態5によれば、ビデオプロジェクタ17に実施形態3で示したビデオプロジェクタを用いることによって、設置面積が少なくコンパクトで、より大きな画面を、明るく、色のにじみや歪みが少ない高精細な映像を得ることができる。

【0031】

10 【実施例】以下、実施例について説明する。実施例1～4は、実施形態1に係る投写レンズである。

【0032】（実施例1）実施例1の投写レンズの構成は、図1に示した通りである。本実施例では、Fナンバー=2.45、焦点距離 $f=30.7$ 、倍率=53、半画角 $\omega=29^\circ$ （28.66°）、口径比1:2.45である。前記式（1）～（5）の設定値を、以下に示す。

【0033】 $f_{1q}/f_{2q}=-0.74$

$(f_{1q}-d_6+f_{2q})/f_0=-0.18$

20 $b_f/f_{3q}=0.89$

$d_9/f_{3q}=0.31$

$(f_0/f_1)/\nu_{d1}-(f_0/f_6)/\nu_{d6}=0.0335$

図1に示した、 r_i （ $i=1\sim17$ ）はレンズ各面の曲率半径、 d_i （ $i=1\sim16$ ）はレンズ厚またはレンズ間隔である。以下の表1に、具体的数値を示す。表中 n_i （ $i=1\sim9$ ）は、各レンズのe線での屈折率である。 ν_i （ $i=1\sim9$ ）は各レンズのe線でのアッペ数である。

【0034】

（表1）

r_i (mm)	d_i (mm)	n_i	ν_i
$r_1=72.977$	$d_1=5.00$	$n_1=1.81264$	$\nu_1=25.3$
$r_2=414.065$	$d_2=0.40$		
$r_3=53.077$	$d_3=2.20$	$n_2=1.59143$	$\nu_2=61.0$
$r_4=17.721$	$d_4=12.47$		
$r_5=159.854$	$d_5=2.00$	$n_3=1.62554$	$\nu_3=57.9$
$r_6=28.507$	$d_6=16.60$		
$r_7=53.301$	$d_7=11.63$	$n_4=1.70348$	$\nu_4=47.7$
$r_8=-32.608$	$d_8=2.10$	$n_5=1.81264$	$\nu_5=25.3$
$r_9=-61.697$	$d_9=17.40$		
$r_{10}=835.927$	$d_{10}=2.20$	$n_6=1.81264$	$\nu_6=25.3$
$r_{11}=46.678$	$d_{11}=5.10$		
$r_{12}=-1091.424$	$d_{12}=8.00$	$n_7=1.59143$	$\nu_7=61.0$
$r_{13}=-39.749$	$d_{13}=0.30$		
$r_{14}=58.441$	$d_{14}=10.00$	$n_8=1.59143$	$\nu_8=61.0$
$r_{15}=-111.401$	$d_{15}=11.83$		
$r_{16}=0.000$	$d_{16}=40.00$	$n_9=1.51825$	$\nu_9=63.8$
$r_{17}=0.000$			

図2（a）、（b）、（c）は実施例1の球面収差、非点収差、歪曲収差である。図2に示した結果より実施例

1の投写レンズが良好な光学性能を示していることがわかる。

【0035】(実施例2) 実施例2の投写レンズの構成は図3に示した通りである。実施例1では、第3レンズ群がレンズ3枚で構成されているのに対して、実施例2では第3レンズ群は4枚で構成されている。これは倍率の色補正をさらに補正するためである。本実施例では、Fナンバー=2.46、焦点距離 $f=30.8$ 、倍率=52.9、半画角 $\omega=29^\circ$ (28.53°)、口径比1:2.46である。前記式(1)~(5)の設定値を、以下に示す。

【0036】 $f_{1q}/f_{2q}=-0.73$

*

(表2)

r_i (mm)	d_i (mm)	n_i	ν_i
$r_1 = 55.518$	$d_1 = 5.00$	$n_1 = 1.81264$	$\nu_1 = 25.3$
$r_2 = 186.592$	$d_2 = 0.40$		
$r_3 = 50.583$	$d_3 = 2.20$	$n_2 = 1.59143$	$\nu_2 = 61.0$
$r_4 = 19.179$	$d_4 = 10.83$		
$r_5 = 202.099$	$d_5 = 2.00$	$n_3 = 1.62286$	$\nu_3 = 60.1$
$r_6 = 26.630$	$d_6 = 21.63$		
$r_7 = 65.020$	$d_7 = 11.70$	$n_4 = 1.70348$	$\nu_4 = 47.7$
$r_8 = -25.801$	$d_8 = 2.20$	$n_5 = 1.72311$	$\nu_5 = 29.3$
$r_9 = -67.315$	$d_9 = 18.34$		
$r_{10} = -266.527$	$d_{10} = 2.20$	$n_6 = 1.72311$	$\nu_6 = 29.3$
$r_{11} = 56.568$	$d_{11} = 5.00$		
$r_{12} = -137.945$	$d_{12} = 8.00$	$n_7 = 1.48914$	$\nu_7 = 70.2$
$r_{13} = -40.507$	$d_{13} = 0.30$		
$r_{14} = 127.057$	$d_{14} = 7.00$	$n_8 = 1.49845$	$\nu_8 = 81.2$
$r_{15} = -89.616$	$d_{15} = 0.30$		
$r_{16} = 70.320$	$d_{16} = 10.00$	$n_9 = 1.48914$	$\nu_9 = 70.2$
$r_{17} = -135.613$	$d_{17} = 10.80$		
$r_{18} = 0.000$	$d_{18} = 40.00$	$n_{10} = 1.51825$	$\nu_{10} = 63.8$
$r_{19} = 0.000$			

図4(a)、(b)、(c)は実施例2の球面収差、非点収差、歪曲収差である。図4に示した結果より実施例2の投写レンズが良好な光学性能を示していることがわかる。

【0037】(実施例3) 実施例3の投写レンズの構成は、図5に示した通りである。実施例3は、実施例2と同様に、第3レンズ群は4枚で構成されている。本実施例では、Fナンバー=2.40、焦点距離 $f=30.8$ 、倍率=52.9、半画角 $\omega=29^\circ$ (28.45°)、口径比1:2.46である。前記式(1)~(5)の設定値を、以下に示す。

【0038】 $f_{1q}/f_{2q}=-0.77$

*

(表3)

r_i (mm)	d_i (mm)	n_i	ν_i
$r_1 = 62.723$	$d_1 = 6.00$	$n_1 = 1.81264$	$\nu_1 = 25.3$
$r_2 = 210.142$	$d_2 = 0.58$		
$r_3 = 43.274$	$d_3 = 2.20$	$n_2 = 1.62286$	$\nu_2 = 60.1$

$$*(f_{1q}-d_6+f_{2q})/f_0=-0.26$$

$$bf/f_{3q}=0.89$$

$$d_9/f_{3q}=0.34$$

$$(f_0/f_1)/\nu_{d1}-(f_0/f_6)/\nu_{d6}=0.0299$$

図3に示した、 r_i ($i=1\sim19$)はレンズ各面の曲率半径、 d_i ($i=1\sim18$)はレンズ厚またはレンズ間隔である。以下の表2に、具体的数値を示す。表中 n_i ($i=1\sim10$)は、各レンズのe線での屈折率である。 ν_i ($i=1\sim10$)は各レンズのe線でのアッベ数である。

$$*(f_{1q}-d_6+f_{2q})/f_0=-0.41$$

$$bf/f_{3q}=0.90$$

$$d_9/f_{3q}=0.28$$

$$(f_0/f_1)/\nu_{d1}-(f_0/f_6)/\nu_{d6}=0.0343$$

図5に示した、 r_i ($i=1\sim19$)はレンズ各面の曲率半径、 d_i ($i=1\sim18$)はレンズ厚またはレンズ間隔である。以下の表3に、具体的数値を示す。表中 n_i ($i=1\sim10$)は、各レンズのe線での屈折率である。 ν_i ($i=1\sim10$)は各レンズのe線でのアッベ数である。

【0039】

r 4= 20.312	d 4= 8.50		
r 5= 335.730	d 5= 2.50	n 3= 1.48914	ν 3= 70.2
r 6= 22.350	d 6= 24.40		
r 7= 62.723	d 7= 9.00	n 4= 1.67000	ν 4= 48.0
r 8= -30.568	d 8= 2.20	n 5= 1.72311	ν 5= 29.3
r 9= -65.000	d 9= 14.83		
r 10= -256.174	d 10= 2.20	n 6= 1.81264	ν 6= 25.3
r 11= 59.300	d 11= 4.70		
r 12= -154.000	d 12= 8.00	n 7= 1.48914	ν 7= 70.2
r 13= -38.770	d 13= 0.30		
r 14= 133.830	d 14= 8.80	n 8= 1.48914	ν 8= 70.2
r 15= -77.409	d 15= 1.00		
r 16= 91.270	d 16= 8.80	n 9= 1.62286	ν 9= 60.1
r 17= -183.159	d 17= 10.84		
r 18= 0.000	d 18= 40.00	n 10= 1.51825	ν 10= 63.8
r 19= 0.000			

図6(a)、(b)、(c)は実施例3の球面収差、非点収差、歪曲収差である。図6に示した結果より実施例3の投写レンズが良好な光学性能を示していることがわかる。

【0040】(実施例4) 実施例4の投写レンズの構成は、図7に示した通りである。実施例4では、実施例2、3と同様に第3レンズ群は4枚で構成されている。本実施例では、Fナンバー=2.35、焦点距離 $f=30.8$ 、倍率=52.9、半面角 $\omega=29^\circ$ (28.43°)、口径比1:2.35である。前記式(1)~(5)の実施例2の設定値を、以下に示す。

【0041】 $f_{1q}/f_{2q}=-0.75$

* 【0042】

(表4)

r_i (mm)	d_i (mm)	n_i	ν_i
r 1= 64.924	d 1= 6.00	n 1= 1.81264	ν 1= 25.3
r 2= 232.803	d 2= 0.86		
r 3= 42.867	d 3= 2.20	n 2= 1.62286	ν 2= 60.1
r 4= 20.600	d 4= 8.50		
r 5= 679.513	d 5= 2.00	n 3= 1.48914	ν 3= 70.2
r 6= 21.645	d 6= 21.90		
r 7= 62.942	d 7= 11.70	n 4= 1.67000	ν 4= 48.0
r 8= -35.850	d 8= 2.20	n 5= 1.72311	ν 5= 29.3
r 9= -64.058	d 9= 15.37		
r 10= -274.016	d 10= 2.20	n 6= 1.85504	ν 6= 23.6
r 11= 63.280	d 11= 5.67		
r 12= -155.498	d 12= 8.00	n 7= 1.48914	ν 7= 70.2
r 13= -38.406	d 13= 0.30		
r 14= 130.719	d 14= 8.80	n 8= 1.48914	ν 8= 70.2
r 15= -78.723	d 15= 1.00		
r 16= 90.619	d 16= 9.30	n 9= 1.62286	ν 9= 60.1
r 17= -190.652	d 17= 10.80		
r 18= 0.000	d 18= 40.00	n 10= 1.51825	ν 10= 63.8
r 19= 0.000			

図8(a)、(b)、(c)は実施例4の球面収差、非点収差、歪曲収差である。図8に示した結果より実施例

$$*(f_{1q}-d_6+f_{2q})/f_0=-0.30$$

$$bf/f_{3q}=0.93$$

$$d_9/f_{3q}=0.30$$

$$20 \quad (f_0/f_1)/\nu_{d1}-(f_0/f_6)/\nu_{d6}=0.0336$$

図7に示した、 r_i ($i=1\sim 19$)はレンズ各面の曲率半径、 d_i ($i=1\sim 18$)はレンズ厚またはレンズ間隔である。以下の表4に、具体的数値を示す。表中 n_i ($i=1\sim 10$)は、各レンズのe線での屈折率である。 ν_i ($i=1\sim 10$)は各レンズのe線でのアッベ数である。

4の投写レンズが良好な光学性能を示していることがわかる。

【0043】

【発明の効果】以上のように、本発明の投写レンズによれば、逆望遠型のレンズ構成にすることにより、広角で、バックフォーカスが長く、テレセントリック性を持った、色のにじみの少ない、歪みの少ない画像を実現できる。

【0044】また、本発明の映像拡大投写システム、ビデオプロジェクタ、リアプロジェクタ、及びマルチビジョンシステムは、前記のような本発明の投写レンズを用いているので、明るく高画質な大画面映像をコンパクトに実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る投写レンズの構成図

【図2】本発明の実施例1に係る投写レンズの収差図

【図3】本発明の実施例2に係る投写レンズの構成図

【図4】本発明の実施例2に係る投写レンズの収差図

【図5】本発明の実施例3に係る投写レンズの構成図

【図6】本発明の実施例3に係る投写レンズの収差図

【図7】本発明の実施例4に係る投写レンズの構成図

【図8】本発明の実施例4に係る投写レンズの収差図

【図9】本発明の実施形態2に係る映像拡大投写システム

* ムの構成図

【図10】本発明の実施形態3に係るビデオプロジェクタの構成図

【図11】本発明の実施形態4に係るリアプロジェクタの構成図

【図12】本発明の実施形態5に係るマルチビジョンシステムの構成図

【符号の説明】

1 第1レンズ群

2 第2レンズ群

3 第3レンズ群

4, 8 投写レンズ

5, 9a, 9b, 9c 空間光変調素子

6, 12 光源

7 フォーカス面

10 色合成光学系

11 光分解光学系

13, 17 ビデオプロジェクタ

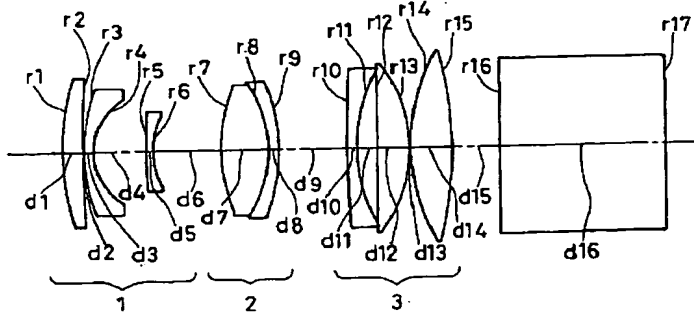
14 ミラー

15, 18 透過型スクリーン

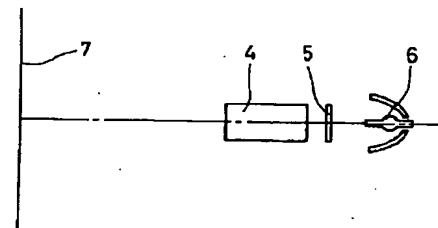
16, 19 筐体

20 映像分割回路

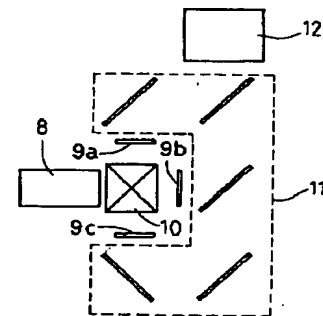
【図1】



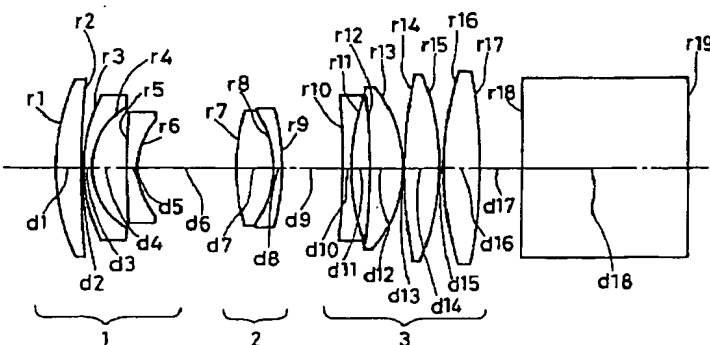
【図9】



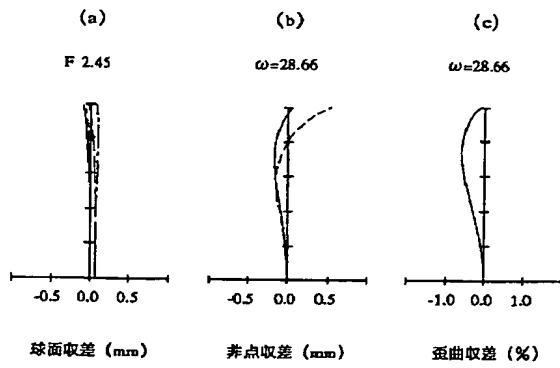
【図10】



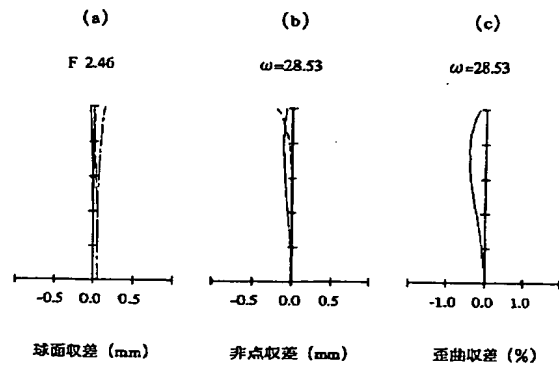
【図5】



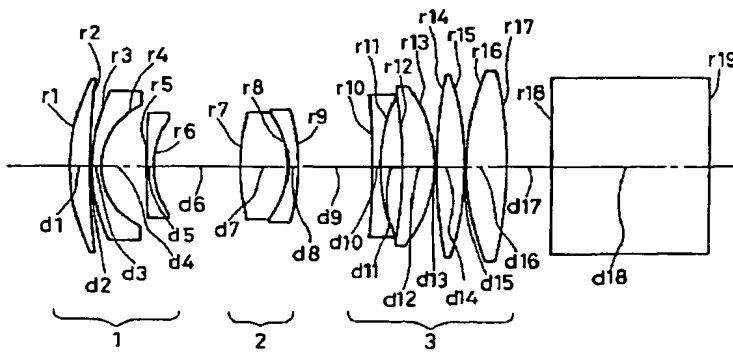
【図2】



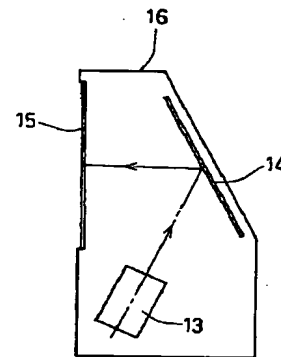
【図4】



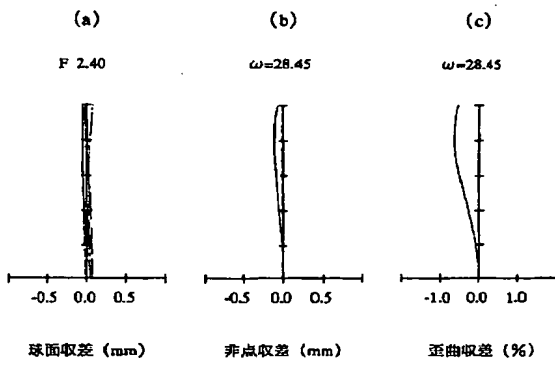
【図3】



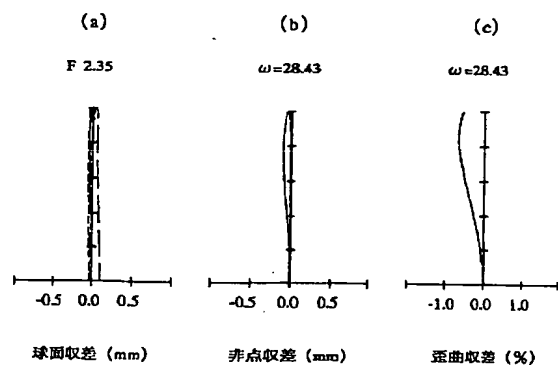
【図11】



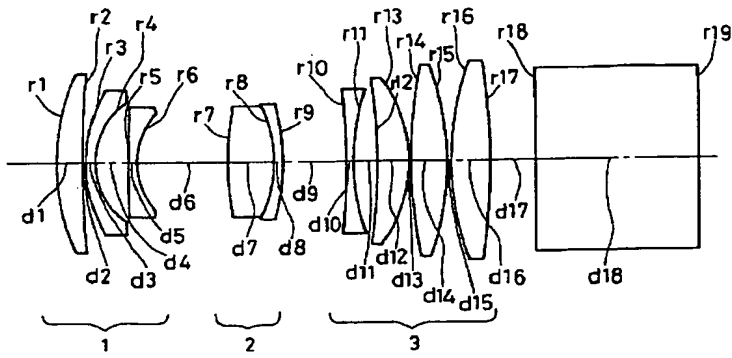
【図6】



【図8】



【図7】



【図12】

